

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-33134

(43)公開日 平成 6 年(1994) 2 月 8 日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

C 2 1 C 7/10

識別記号

F

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-185557

(22)出願日 平成 4 年(1992) 7 月 13 日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

(72)発明者 工藤 一郎

北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式  
会社室蘭製鐵所内

(72)発明者 宮部 修一

北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式  
会社室蘭製鐵所内

(72)発明者 田中 勉

北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式  
会社室蘭製鐵所内

(74)代理人 弁理士 大関 和夫

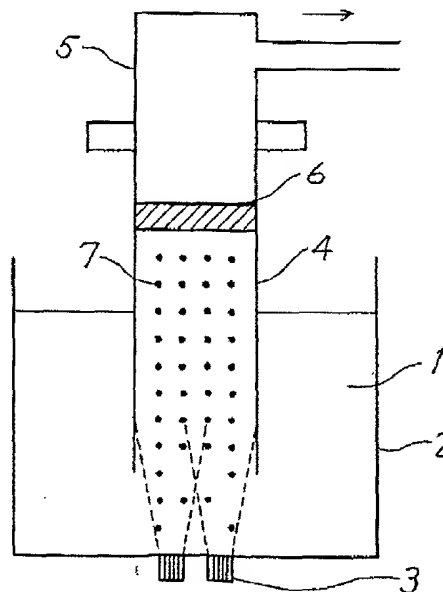
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 気泡による溶鋼の精錬方法

(57)【要約】

【目的】 本発明は、2次精錬プロセスにおいて、取鍋内溶鋼中の非金属介在物を不活性ガスの吹き込みにより効率的に除去する方法を提供する。

【構成】 精錬容器の上部から溶鋼中に浸漬管を挿入し、精錬容器底部から不活性ガスを吹き込み、前記浸漬管により不活性ガス気泡の拡散とそれに伴う溶鋼の循環流を抑制するとともに、浸漬管内を脈動する真空状態として溶鋼を置換する方法と、RH真空脱ガス法において、吸い込み側浸漬管を囲む別個の浸漬管を設置し、取鍋底部から不活性ガスを吹き込み、前記別個の浸漬管により不活性ガス気泡の拡散とそれに伴う溶鋼の循環流を抑制する方法である。両方法とも気泡の浮上効果により溶鋼中の介在物をも浮上させて溶鋼表面のフラックスに吸収させる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 精錬容器の上部から溶鋼中に浸漬管を挿入し、該浸漬管内の実質的全域の溶鋼中に行き渡るように精錬容器底部から不活性ガスを吹き込み、前記浸漬管により該吹き込んだ不活性ガスの気泡の拡散とそれに伴う溶鋼の循環流を抑制しながら前記気泡を浮上せしめ、この浮上作用により溶鋼内の介在物をも浮上させ、浸漬管内溶鋼表面に浮上した介在物を該溶鋼表面に浮遊させたフラックスに吸収させるとともに、前記浸漬管内を真空とし、その真空度を適度な頻度で変化せしめて該浸漬管内溶鋼を精錬容器内溶鋼と随時置換することを特徴とする精錬容器内溶鋼の介在物除去方法。

【請求項2】 RH真空脱ガス法において、吸い込み側浸漬管を囲むように該浸漬管より径の大きい別個の浸漬管を設けて、該別個の浸漬管内の実質的全域の溶鋼中に行き渡るように取鍋底部から不活性ガスを吹き込み、前記別個の浸漬管により該吹き込んだ不活性ガスの気泡の拡散とそれに伴う溶鋼の循環流を抑制しながら前記気泡を浮上せしめ、この浮上作用により溶鋼内の介在物をも浮上させ、前記別個の浸漬管内溶鋼表面に浮上した介在物は該溶鋼表面に浮遊させたフラックスに吸収させることを特徴とするRH真空脱ガス法における取鍋内溶鋼の介在物除去方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、鋼の精錬工程で、気泡により非金属介在物除去を効率的に行う方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 転炉あるいは電気炉による以降の製鋼プロセスは、酸素精錬を起因として発生する非金属介在物の除去および水素などを中心とした脱ガスが2次精錬プロセスにて行われている。近年の鋼の高級化指向に伴い、この分野の技術的進展には目ざましいものがあるが、一方で2次精錬プロセスの負荷が増大することにより、ランニング・コストの増大や、新たな設備投資を要求されている場合も多いのが実情である。

【0003】 一般に、2次精錬にはRH、DHなどの真空脱ガス法や図3に示す取鍋精錬が多く用いられているところであり、取鍋の底面の一部に耐火物製のポーラス・ノズルを設置し、気泡のバブリングにより取鍋内溶鋼の精錬用フラックスへの循環流の形成を促進している。つまり、循環流による溶鋼の混合作用で、非金属介在物（以下、介在物と呼ぶ）の凝集・合体操作を活発にし、介在物を浮上しやすい粒子径に変化させ、気泡への捕捉および液体の循環流によりフラックス面に輸送するものである。

【0004】 また、RH脱ガス法での気泡吹き込み法として、特開平1-188619号公報において、従来の不活性ガスと共に可溶性ガスを取鍋底部と浸漬管途中か

2

ら溶鋼中に吹き込むことにより介在物の除去能を向上させる方法が提案されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 以上のように、従来技術では、前記のとおり、気泡は主に攪拌を目的に吹き込まれている。この方法では、時として比較的大型の介在物が鋼片の中に混入し、品質トラブルを発生することがあり、完全な方法とは言えないのであって、介在物の除去は精錬における課題として残っている。また、前記特開平1-188619号公報で開示されている方法は可溶性ガスとして、例えばH<sub>2</sub>を使用しているが、H<sub>2</sub>は高価であり、H<sub>2</sub>自体が鋼にとって有害な成分であることから脱ガス工程の前半のみにしかH<sub>2</sub>を吹き込むことができず、介在物除去能を十分に向上させることができない等の問題がある。

【0006】 本発明者らは、このような現状に対し、従来技術の気泡吹き込み方法の問題を次のように考えている。つまり、従来技術は図3のように溶鋼の攪拌に重きを置いたもので、その効果を出すため比較的多量のガスを吹き込んでいる。介在物の凝集・合体は促進されるものの、介在物の輸送媒体である循環流が速すぎるため、攪拌の作用によりフラックス面への捕捉効率が悪く、介在物の多くは再循環する。また、微細な気泡を吹き込んだとしてもこの問題は解消されない。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 このような現状に対し、本発明者らは、気泡を用いる介在物除去法において気泡と液体の流速制御の重要性に着眼したもので、従来の介在物の凝集、合体機能を保持しつつ、気泡による介在物の捕捉機能を併せて具備する気泡の吹き込み方法について提案するものである。

【0008】 即ち、本発明の要旨とするところは下記のとおりである。

(1) 精錬容器の上部から溶鋼中に浸漬管を挿入し、該浸漬管内の実質的全域の溶鋼中に行き渡るように精錬容器底部から不活性ガスを吹き込み、前記浸漬管により該吹き込んだ不活性ガスの気泡の拡散とそれに伴う溶鋼の循環流を抑制しながら前記気泡を浮上せしめ、この浮上作用により溶鋼内の介在物をも浮上させ、浸漬管内溶鋼表面に浮上した介在物を該溶鋼表面に浮遊させたフラックスに吸収させるとともに、前記浸漬管内を真空とし、その真空度を適度な頻度で変化せしめて該浸漬管内溶鋼を精錬容器内溶鋼と随時置換することを特徴とする精錬容器内溶鋼の介在物除去方法。

【0009】 (2) RH真空脱ガス法において、吸い込み側浸漬管を囲むように該浸漬管より径の大きい別個の浸漬管を設けて、該別個の浸漬管内の実質的全域の溶鋼中に行き渡るように取鍋底部から不活性ガスを吹き込み、前記別個の浸漬管により該吹き込んだ不活性ガスの気泡の拡散とそれに伴う溶鋼の循環流を抑制しながら前

3

記気泡を浮上せしめ、この浮上作用により溶鋼内の介在物をも浮上させ、前記別個の浸漬管内溶鋼表面に浮上した介在物は該溶鋼表面に浮遊させたフラックスに吸収させることを特徴とするRH真空脱ガス法における取鍋内溶鋼の介在物除去方法。

【0010】この方法について、本発明の実施態様を示す図1および図2に基づいて詳細に説明する。図1は、取鍋精錬への適用方法を示している。取鍋2内の溶鋼1にアルゴンなどの不活性ガスを吹き込むボラス・ノズル3と、不活性ガスを排気する真空槽5からなり、気泡流7を拘束するように浸漬管4を真空槽5に連結した構成からなる。

【0011】ここで、ボラス・ノズル3は、その発生気泡が浸漬管4の下端にて、その流路断面積を満たすように、その断面積および個数、配置位置が決定される。ここで、浸漬管4に満たされる溶鋼量が大きい程処理能力が大きいことを意味し、浸漬管の径、長さおよび真空槽の真空度が決定される。また、周期的に真空槽5の真空度を変化させることによって、取鍋内の溶鋼1の浸漬管への吸引、排出の置換操作を行うことにより、取鍋内の溶鋼1を均一に処理する。

【0012】また図2は、RH脱ガス装置への適用例を示すものである。RH脱ガス槽9への気泡吹き込みには、従来技術として挙げた特開平1-188619号公報記載の方法のように、吸い込み側浸漬管8への気泡吹き込みがあるが、該管内では、溶鋼の流速が速いため、気泡に介在物を捕捉することが難しい。そこで、吸い込み側浸漬管8の周囲に、新たな浸漬管4'を設ける。取鍋の底面にボラス・プラグ3を浸漬管4'の内面を気泡流にて満たすように配置する。これによって、吸い込み側浸漬管8に入る気泡量は、RH脱ガス槽9内を循環する溶鋼流量の増加に寄与し、また吸い込み側浸漬管8と浸漬管4'内に流通する気泡は、介在物の分離に寄与するように構成される。両方法とも、浸漬管4、4'内の溶鋼表面にフラックス6を浮遊せしめておき、気泡の浮上効果により浮上してきた溶鋼中介在物を該フラックス6で吸収させる。

【0013】

【作用】以下に、まず本発明に至る発想について、その基礎的概念を説明する。従来技術が気泡による液体の運動を基本とすることから、その代表例として、図3の取鍋精錬における気泡バブリングを攪拌槽と呼び、本発明の比較例とする。攪拌槽では、液体の運動を促進することにより、上述の通り介在物の凝集・合体が活発になるが、介在物は液体の大きな運動量に伴伴されて移動するので、個々の気泡で介在物を溶鋼から分離するのは難しい。

【0014】このような考えから、本発明の発想は、溶鋼の流動を抑制することが、まず重要だという着眼に出発点を置いている。つまり、極論するなら、溶鋼を静止

4

状態に保持し、気泡を流通させるなら理想的な気泡への介在物捕捉ができる筈であり、この理想に近づける溶鋼流動を制御する技術が新たに必要とされたと考えた。また、溶鋼流動は、もともと気泡の浮力によって与えられるものであるから、溶鋼流動を制御することは、気泡の運動を制御することにも対応する訳である。

【0015】このような発想を具現化する手段について以下に述べる。液体の運動を抑制する手段として、電磁力により溶鋼流にブレーキをかける手段などがあるが、設備上多大な投資を伴い、また現段階での実現性に課題がある。したがって、本発明はより実現性の高い方法を追求したもので、図4に示す発想基礎概念を構築していった。つまり、この図に示すように、気泡の流通部を拘束することにより、図3に見られる液体の循環流を抑制しようとするものである。この気泡の吹き込み法は一般に気泡塔と呼ばれているところであるが、上記の発想の下に鋼の精錬に適用した例はない。

【0016】気泡塔では、気泡の上昇に対し、攪拌槽のように溶鋼が排出される空間がないため、溶鋼の排出は気泡の排出と共に気泡の流通部に戻る運動をする。したがって、気泡の体積移動に対し、溶鋼は気泡体積に置換するように、上下に振動的運動をする。勿論、吹き込みガス量が多くなるにつれ、気泡塔側壁の効果により、均一な気泡の流通条件が崩れるが、気泡と液体の体積置換が、流動の基本であることに変わりがない。

【0017】このような流動制御が、気泡流速に与える効果を、図5に示す水-空気系の実験により検証した。ここで、横軸の空塔速度は、吹き込みガス量を気泡の流通断面積で除した値であり、この図から、溶鋼の循環流を抑制した気泡塔の方が、攪拌槽に比較して気泡の流速を低くできる効果があることがわかる。そこで、この効果が、介在物の除去に与える効果を試算してみた。以下に、その概要を述べる。気泡による時間あたりの介在物の捕捉量は、次式に表されるように、ひとつの気泡の大きさや介在物の付着性に支配される捕捉効率 $\eta$ と気泡の発生量を意味する気泡量 $Q$ の積に依存すると考える。

【0018】

$$V \propto \eta \cdot Q \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 $\eta$ は、定性的には、液との接触機会、即ち滞留時間に依存すると考え、浴深 $H$ および気泡の上昇速度 $u_g$ から次の関係を仮定する。

$$\eta \propto H / u_g \quad \dots \dots \dots (2)$$

また $Q$ は、流路の断面積を $A$ 、空塔速度を $U_g$ とすると次式で表される。

【0019】

$$Q = A \cdot U_g \quad \dots \dots \dots (3)$$

さらに、気液混相流中の気泡の体積存在率を表すガスホールドアップ率を $\phi$ とすると、次式の関係がある。

$$U_g = \phi \cdot u_g \quad \dots \dots \dots (4)$$

したがって、以上、(1)式～(4)式から、次式を得

5

る。

【0020】

$$V \propto \phi \cdot A \cdot H \quad \dots \dots \dots (5)$$

(5)式より、介在物の除去速度は、みかけ上気液混相流に存在する気泡量に依存することが判る。したがって、(4)式で示すように、同一空塔速度 $U_g$ では、気泡流速 $u_g$ が小さいほど有利ということになる。例えば、図5で、気泡塔では、攪拌槽に対しておおまかに $u_g$ が1/2程度にできることから、 $\phi$ は2倍程度になることが試算される。

【0021】以上のような簡易的な試算によっても、気泡塔の優れた特性が見出されるのであって、この特性を精錬法として生かそうとした。次に本発明における発想の具現化手段について述べる。本発明の発想の、取鍋への適用は、図4に示したように、取鍋の全底面を気泡の発生装置にすることが考えられるが、耐火物の製作上および耐久性について、現段階では難しい課題がある。そこで、気泡の発生装置をできるだけ小型にすることが、本発明の実用化の前提になる。

【0022】本発明は、単に浸漬管内の気泡流通断面積を大きくとることを意味するのではなく、気泡と液体の相互の体積置換を活発にすることを狙いとしたところに、発明の本質がある。この作用は、浸漬管内への吹き込みガス量 $Q$ を変化させることにより、精錬目的に対応することができる。つまり、浸漬管内の断面積 $A$ と $Q$ から求まる空塔速度( $=Q/A$ )を変化させることにより、気泡と液体の体積置換の強弱を制御するものであり、介在物の凝集・合体を期待する場合には、空塔速度を上昇し、気液間の体積置換の攪拌力を強くする。また介在物を気泡に捕捉する目的には、空塔速度を低下させ、気泡の流速を抑制する方法をとる。

【0023】一般に、ノズルからの吹き込みによって生成される気泡径では、除去できる介在物径には限界があるので、介在物の除去には、その処理の前半は、介在物の凝集・合体を期待した高空塔速度で、また処理の後半は、低空塔速度で行うのが望ましい。また、高空塔速度では、図2に示すように、気泡が大気に放出される場合に、大気による溶鋼の再酸化などが問題になりやすいが、浸漬管内に精錬用フラックス面を保持することにより抑制できる。

【0024】つまり、図3に示した従来の攪拌槽では、溶鋼の循環流によりフラックス面が裸になるが、フラックスの流出が、浸漬管で防止されるため大気との遮断がフラックスにより保持される。またフラックス面への溶鋼の循環流の形成が起りにくいいため、溶鋼と大気との接触機会も少なくなるという付随的效果もある。

【0025】以上に、介在物分離に関して、本発明の作

6

用を述べたが、本発明の作用は気泡と液体相互の接触効率の向上にその本質があり、介在物分離のみならず広い応用分野を持つものである。つまり、水素および窒素などの脱ガスに対しては、気液の接触の活発化により気泡への溶存気体の拡散を活性化し、その除去能を向上できる。この効果は、真空槽と浸漬管を連結することによりさらに有効にその機能を発揮できる。

【0026】

【実施例】図2に示す装置にて、約280トンの溶鋼を処理した結果を図6に示す。処理溶鋼は $C=0.45\%$ 、対象介在物はアルミナである。このグラフは溶鋼中のトータル酸素の推移を従来のRH処理のみの場合に対し、新たに取鍋にポーラス・ノズルおよび浸漬管を設置して実施した本発明例を比較して示したものである。ここで、取鍋の径は4m、RHの上昇管の外径1mに対し、浸漬管の内径は2m、湯面からの浸漬深さは2mである。また、ポーラス・ノズルは100φのものを5本配置し、ガス流量はアルゴン吹き込み量 $5Nm^3/H$ であった。

【0027】図6で示されるように、従来技術に対し、大幅な改善効果を得た。

【0028】

【発明の効果】以上述べたように、本発明は、気液混相流の基礎に立脚して発想されたもので、その応用には発展性があるものであり、その精錬への効果および精錬プロセス全体に与える波及効果には絶大のものがある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の発明を実施する装置の構成例を示す図である。

【図2】本発明の第2の発明を実施する装置の構成例を示す図である。

【図3】従来技術の代表例である攪拌槽を示す図である。

【図4】本発明の理想形である気泡塔を示す図である。

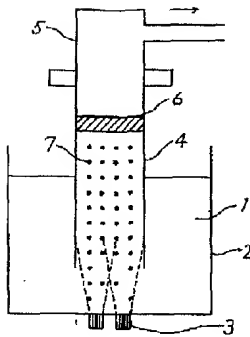
【図5】攪拌槽と気泡塔の気液混相流における気泡流速の比較を示す図である。

【図6】実施例の効果を示す図である。

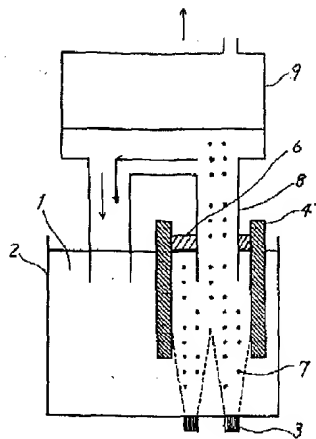
【符号の説明】

- 1：溶鋼
- 2：取鍋
- 3：ポーラス・ノズル
- 4、4'：浸漬管
- 5：真空槽
- 6：フラックス
- 7：気泡
- 8：吸い込み側浸漬管
- 9：RH脱ガス槽

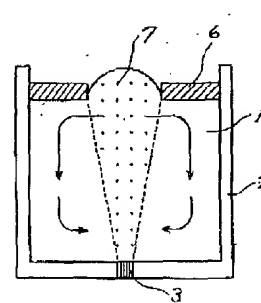
【図1】



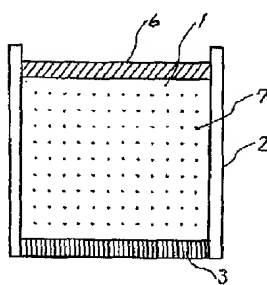
【図2】



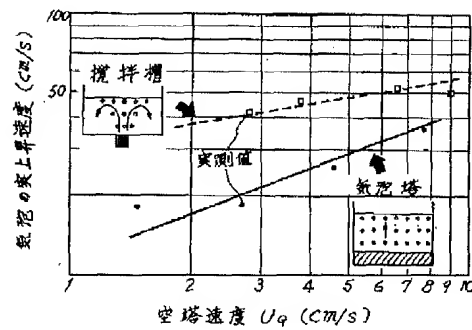
【図3】



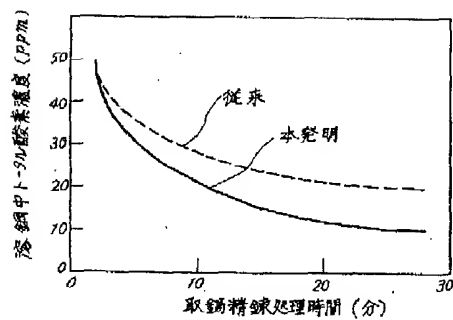
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 河内 雄二

北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式  
会社室蘭製鐵所内

DERWENT-ACC-NO: 1994-080249

DERWENT-WEEK: 199410

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Refining molten steel with gas  
bubbling - by injecting  
inert gas into molten steel in ladle  
through bottom  
porous nozzles and collecting into  
immersion pipe, etc.

PATENT-ASSIGNEE: NIPPON STEEL CORP[YAWA]

PRIORITY-DATA: 1992JP-0185557 (July 13, 1992)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	
LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 06033134 A	February 8, 1994	N/A
005	C21C 007/10	

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP 06033134A	N/A	
1992JP-0185557	July 13, 1992	

INT-CL (IPC): C21C007/10

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 06033134A

BASIC-ABSTRACT:

To refine molten steel with gas bubbling, inert gas is injected into molten steel in the ladle, through bottom porous nozzles, and the inert gas stream is collected into an immersion pipe, immersed into the ladle vertically, wherein the molten steel is raised within the pipe with some height covering the uppermost melt surface with flux layer.

ADVANTAGE - This invention is based on gas-melt mixed phase  
flowing, and has  
modified applications.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/6

TITLE-TERMS: REFINER MOLTEN STEEL GAS BUBBLE INJECTION INERT  
GAS MOLTEN STEEL  
LADLE THROUGH BOTTOM POROUS NOZZLE COLLECT  
IMMERSE PIPE

DERWENT-CLASS: M24

CPI-CODES: M24-C;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1994-036824

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-033134

(43)Date of publication of application : 08.02.1994

(51)Int. Cl.

C21C 7/10

(21)Application number : 04-185557

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 13.07.1992

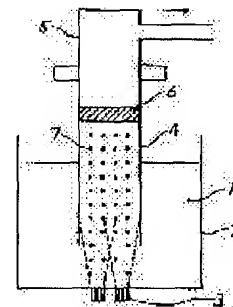
(72)Inventor : KUDO ICHIRO  
MIYABE SHUICHI  
TANAKA TSUTOMU  
KAWACHI YUJI

## (54) METHOD FOR REFINING MOLTEN STEEL BY BUBBLING

(57)Abstract:

PURPOSE: To efficiently remove non-metallic inclusion in molten steel in a ladle by blowing inert gas, in a secondary refining process.

CONSTITUTION: In a method for restraining dispersion of the inert gas bubbles 7 with an immersion tube 4 and circulating flow of the molten steel 1 accompanied with the inert gas bubbles and also replacing the molten steel 1 as vacuum condition pulsating in the immersion tube 4 by inserting the immersion tube 4 in the molten steel 1 from the top part of a refining vessel and blowing the inert gas from the bottom part of the refining vessel and in an RH vacuum degassing method, another immersion tube surrounding the sucking side immersion tube is arranged and the inert gas is blown from the ladle bottom 2 part, by another immersion tube, the dispersion of the inert gas bubbles and the circulating flow of the molten steel accompanied with the gas bubbles are restrained. In the both methods, the inclusions in the molten steel are floated up by the float-up effect of the bubbles 7 and absorbed into flux 6 in the surface of the molten steel 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



\* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Insert a dip tube into molten steel from the upper part of a refinement container, and inert gas is blown from a refinement container bottom as spreading into the molten steel of the substantial whole region in this dip tube. The aforementioned air bubbles are made to surface, suppressing diffusion of the air bubbles of inert gas, and the circulating flow of the molten steel accompanying it. it is this \*\*\*\*\* by the aforementioned dip tube -- While making the flux which made this molten steel front face float absorb the inclusion which the inclusion in molten steel was also surfaced by this surfacing operation, and surfaced on the molten steel front face in a dip tube The inclusion removal method of the molten steel in a refinement container which makes the inside of the aforementioned dip tube a vacuum, and is characterized by making the degree of vacuum change by moderate frequency, and replacing this molten steel in a dip tube the molten steel in a refinement container, and at any time.

[Claim 2] In RH vacuum degassing process, a separate dip tube with a larger path than this dip tube is prepared so that a suction side dip tube may be surrounded. Inert gas is blown from a ladle bottom as spreading into the molten steel of the substantial whole region in the dip tube of this exception individual. The aforementioned air bubbles are made to surface, suppressing diffusion of the air bubbles of inert gas, and the circulating flow of the molten steel accompanying it. the above -- it is this \*\*\*\*\* by the separate dip tube -- The inclusion which the inclusion in molten steel was also surfaced by this surfacing operation, and surfaced on the molten steel front face in a dip tube of the aforementioned exception individual is the inclusion removal method of the molten steel in a ladle in RH vacuum degassing process characterized by making the flux which made this molten steel front face float absorb.

---

[Translation done.]